

博士学位論文（医学）

「術前の最大歩行速度は人工股関節置換術後患者における身体
機能の回復を予測する簡便で有用な指標である」

DM15012 澁谷 真香

北里大学大学院 医療系研究科 医学専攻 博士課程
感覚・運動統御医科学群 リハビリテーション科学
指導教授 松永 篤彦

著者の宣言

本学位論文は、著者の責任において実験を遂行し、得られた真実の結果に基づいて正確に作成したものに相違ないことをここに宣言する。

要旨

【背景】

末期の変形性股関節症患者に対して実施される人工股関節置換術 (total hip arthroplasty : THA) は、疼痛の軽減や身体機能の改善、ならびに健康関連 Quality of Life の向上をもたらすことが知られている。わが国では、近年の医療費の増大や THA の需要が高まっていることから、退院後の転帰先を的確に決定することが求められている。機能回復、特に歩行の自立獲得の可否ならびにその獲得の時期は退院後の転帰先の決定を大きく左右するとともに入院期間自体に大きな影響を及ぼすことが指摘されている。この機能回復に影響を及ぼす術前の因子として、年齢、性別、body-mass index (BMI)、および関節可動域 (range of motion : ROM) などが報告されているが、統一した見解は得られていない。一方で、運動機能のパフォーマンステストはこれらの因子と比較して、機能回復の予測に有用であることが示されている。特に歩行速度は、大きな場所を必要とせず、患者にかかる時間や身体的な負担が少ないことから、高齢者でも実行可能な指標であり、また、術後早期の機能回復を予測した報告において、Oosting らは快適歩行速度の有用性を指摘している。しかし、快適歩行速度と最大歩行速度のどちらが術後早期の機能回復の予測指標として有用かについては明確にされていない。そこで、本研究は THA 術後患者を対象に、術前の快適ならびに最大歩行速度による術後早期の機能回復の予測能を比較することで、THA 術後患者における術前の歩行速度 (指標) の有用性を検証することを目的とした。

【方法】

1. 対象

本研究は後ろ向き観察研究とし、2015 年 11 月から 2018 年 3 月までの間に北里大学病院で初回片側の THA を施行された 336 例のうち、術前歩行不可であった 11 例、周術期合併症により荷重制限や安静が必要とされた 8 例を除く、317 例を対象とした。

2. 測定項目

患者背景因子として、年齢、性別、BMI、および併存疾患を、術前の身体機能として、疼痛、筋力、ROM、および歩行速度を診療電子カルテから収集した。疼痛は、術側股関節の歩行時の疼痛を、visual analog scale を用いて測定した。筋力は、術側の股関節外転ならびに膝関節伸展の等尺性最大筋力を、hand-held dynamometer を用いて測定しその体重比 (%body weight : %BW) を解析に用いた。ROM は、術側の股関節屈曲 ROM を測定した。歩行速度は、10m の快適ならびに最大歩行速度を測定した。術後経過として、歩行補助具の有無に関わらず、50m の距離を独力で歩行による移動が可能となることを機能回復の達成と定義し、各患者における術後 5 日目の機能回復の達成の可否 (術後 5 日目の時点での歩行自立の可否) と、機能回復の達成 (歩行の自立獲得) までに要した日数をそれぞれ診療電子カルテから採取した。

3. 統計解析

Cox 回帰分析を使用し、次に示す 2 つのモデルで、快適ならびに最大歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連を検討した。Model 1 は年齢と性別を調整し、Model 2 は Model 1 に加えて股関節外転、膝関節伸展筋力、および ROM を調整して行った。術後 5 日目の機能回復の達成の可否を診断する能力 (予測能) を receiver operating

characteristic (ROC) 曲線を求めて検討した。解析は、快適歩行速度と最大歩行速度を比較する解析と、最大歩行速度のみと年齢、性別、股関節外転、膝関節伸展筋力、および ROM からなる臨床モデルを比較する解析に分けて検討し、ROC 曲線から得られる曲線下面積 (areas under the curves : AUCs) を比較検討した。全対象者の歩行速度を三分位で速い群、中間群および遅い群の 3 群に分け、Kaplan-Meier 曲線を用いて各群における機能回復の達成の割合の差異を比較検討した。

【結果】

全患者の年齢は 64.7 ± 11.8 歳、BMI は $24.5 \pm 4.6 \text{ kg/m}^2$ であり、82.3% が女性であった。また、機能回復の達成の定義に用いた 50m 歩行の自立に要した日数は 6.4 ± 3.1 日であった。Cox 回帰分析を用いた歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連については、年齢、性別、筋力、および ROM で調整した Model 2 において、快適ならびに最大歩行速度は機能回復の達成に要する日数の独立した関連因子であった [それぞれ、ハザード比 (hazard ratio : HR) = 2.32, 95%信頼区間 (confidence interval : CI) = 1.30-4.12, $P = 0.004$; HR = 1.97, 95%CI = 1.30-2.97, $P = 0.001$]。術後 5 日目の時点での機能回復の達成の可否を判別する ROC 曲線において、快適および最大歩行速度の AUC を比較すると、最大歩行速度は快適歩行速度に比較して有意に高値を示した ($P = 0.028$)。また、最大歩行速度の AUC (0.70, 95%CI : 0.64-0.76) は、年齢、性別、下肢筋力、および ROM からなる臨床モデルの AUC (0.70, 95%CI : 0.64-0.76) と比べて有意な差は認められなかった ($P = 0.947$)。Kaplan-Meier 曲線においては、最大歩行速度の速い群は中間群ならびに遅い群と比較して、機能回復の達成の割合は有意に高値を示した (Log-rank, $P < 0.001$)。また、中間群も遅い群と比較して、機能回復の達成の割合は有意に高値を示した ($P < 0.001$)。

【考察】

機能回復、特に歩行の自立獲得の可否ならびにその獲得の時期は、転帰先の決定を左右し、入院期間にも影響を及ぼすことが指摘されている。しかし、THA 術後患者における早期の機能回復とその要因についての報告は極めて少ない。Oosting らは、高齢 (70 歳以上)、併存症があること、timed up-and-go test (TUG) スコアが 10.5 秒以上、および快適歩行速度が 1.0 m/s 未満が、機能回復の遅延リスクであることを報告している。Elings らは、男性、高齢、BMI が 25 kg/m^2 以上、American Society of Anesthesiologists score が 3、Charnley score が B もしくは C、および TUG スコアが 12.5 秒以上は有意なリスク因子であることを報告している。また Unnanuntana らは、退院時の歩行距離を機能回復の指標として、年齢、性別、および BMI をリスク因子として報告している。これらは機能回復と関連する重要な因子である一方で、それぞれ複数の因子の検討が必要であり実臨床でこれらの要因を全て用いるには限界がある。本研究の結果において、術前の最大歩行速度が単独で年齢、性別、筋力、および ROM を含む臨床モデルと同程度の予測能力を示したことは、THA 術後の早期の機能回復を予測する簡便で有用な指標であることを強く示すものと思われる。

【結論】

術前の最大歩行速度が THA 術後患者の早期の機能回復の予測に極めて有用であり、術後の治療指針を効果的に組み立てる有用な情報になり得ると考えられた。

目 次

1. 緒言	1
2. 対象および方法	3
2-1. 研究倫理	
2-2. 対象	
2-3. 測定項目	
2-3-1. 患者背景因子	
2-3-2. 術前の身体機能	
2-3-2-1. 術前の身体機能の測定項目	
2-3-2-2. 疼痛	
2-3-2-3. 筋力	
2-3-2-4. 関節可動域 (ROM)	
2-3-2-5. 快適ならびに最大歩行速度	
2-3-3. 術後経過	
2-4. 術後のリハビリテーションプログラム	
2-5. 統計解析	
2-5-1. 各測定項目と機能回復の達成に要する日数の関連	
2-5-2. 歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連	
2-5-3. 歩行速度と機能回復の達成の可否の関連	
2-5-4. 歩行速度と機能回復の達成割合	
2-5-5. 歩行速度と機能回復の達成日数に関するサブグループ解析	
2-5-6. 検定結果の判定基準	
3. 結果	9

3-1.	患者特性	
3-2.	各測定項目と機能回復の達成に要する日数の関連	
3-3.	歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連	
3-4.	歩行速度と機能回復の達成の可否の関連	
3-5.	最大歩行速度と機能回復の達成割合	
3-6.	最大歩行速度と機能回復の達成日数に関するサブグループ解析	
4.	考察	12
5.	結語	17
6.	謝辞	18
7.	文献	19
8.	図表	27
9.	業績目録	36
9-1.	主学術論文	
9-2.	原著（主学術論文を除く）	
9-3.	著書	
9-4.	総説・講座	
10.	付録	38

1. 緒言

末期の変形性股関節症患者に対して実施される人工股関節置換術（THA）は、疼痛の軽減や身体機能の改善，ならびに健康関連 *quality of life* の向上をもたらすことが知られている¹⁾。わが国では，近年の医療費の増大や THA の需要が高まっていることから，THA 後の入院期間を短縮させるとともに，退院後の転帰先を的確に決定することが求められている²⁾。この術後の入院期間に影響を与える大きな要因として，創部治癒の遅延や深部静脈血栓症などの周術期合併症が挙げられ，これらの合併症の一部は術前の検査データから予測が可能であり，早い段階からの予防的な対策が重要であることが指摘されている^{3, 4)}。一方，術後の管理とリハビリテーションによってもたらされる機能回復，特に歩行による移動動作の獲得の可否ならびにその獲得の時期は退院後の転帰先の決定を大きく左右するとともに入院期間自体に大きな影響を及ぼすことが指摘されている³⁾。つまり，高齢者の場合，独居か同居か，家族の介護能力ならびに社会的支援の利用等によっても左右されるが，歩行動作が自立しない場合，その多くは自宅復帰困難であり，他施設の受け入れ先がない場合は必然的に入院期間を延長せざるを得ない。

THA 後の機能回復に影響を及ぼす要因を検討した過去の報告のうち，術前の因子に注目した報告をみると，年齢，性別，BMI，および関節可動域（ROM）などが報告されているが，未だ統一した見解は得られていないのが現状である^{5, 6)}。一方，ある動作課題に対する成績から運動機能を評価するパフォーマンステストは先に述べた因子と比較して，機能回復の予測に有用であることが示されており⁷⁾，その中でも，TUG テストや立ち上がりテストなどの評価指標が有用であることが報告されている⁸⁻¹²⁾。さらに，Osteoarthritis Research Society International（変形性関節症国際研究協会）によるガイドラインでは，変形性関節症患者に対するパフォーマンステストとして，30 秒椅子立ち上がりテスト，40m の最大歩行速度テスト，および階段昇降

テストが推奨されている¹³⁾。しかし、これらのパフォーマンステストは、高齢者では実施が困難なことや測定場所の確保が難しいことがしばしば経験される。

一方で、短距離区間における歩行速度の評価は、大きな場所を必要とせず、患者にかかる時間や身体的な負担が少ないことから、高齢者でも実行可能な指標である¹⁴⁾。さらに、最近のシステマティックレビューでは、歩行速度を含む詳細なパラメータを手術前後で評価することで、THA 後患者の機能回復を的確に把握できることが報告されており¹⁵⁾、歩行速度は機能回復の予測に有用であることも示されている¹⁶⁾。しかし、このシステマティックレビューで採用された研究報告や先行研究をみると、術後 2～3 か月などの長期の機能回復を検討しているものが多く、術後早期の機能回復、特に術後の歩行動作の再獲得を検討した報告は極めて少ない。さらに、術後早期の機能回復を予測した報告に注目すると、Oosting らは快適歩行速度の有用性を指摘している⁷⁾一方で、前述の変形性関節症国際研究協会が推奨する最大歩行速度の有用性は未だ検討されておらず、快適歩行速度と最大歩行速度のどちらが術後早期の機能回復の予測指標として有用かについては明確にされていない。そこで本研究は、THA 術後患者を対象に、術前の快適ならびに最大歩行速度による術後早期の機能回復の予測能を比較することで、THA 術後患者における術前の歩行速度（指標）の有用性を検証することを目的とした。

2. 対象および方法

2-1. 研究倫理

本研究は北里大学病院倫理委員会の承認を受け（承認番号：B18-088），ヘルシンキ宣言に基づいて実施した．インフォームドコンセントは，全対象者にオプトアウトを用いて実施した．また，本研究に関する利益相反はなく，外部からの資金提供は受けていない．

2-2. 対象

本研究は後ろ向き観察研究とした．2015年11月から2018年3月までの間に，北里大学病院で初回片側のTHAを施行された336例のうち，術前から歩行不可であった11例，周術期合併症により荷重制限や安静が必要とされた8例（術後脳梗塞を新たに発症した患者1例，骨の脆弱性により荷重制限が必要であった患者2例，手術中の骨折により荷重制限が必要であった患者2例，および手術後早期に深部静脈血栓症の治療のため安静を必要とした患者3例）を除く，317例を対象とした（図1）．

2-3. 測定項目

2-3-1. 患者背景因子

患者背景因子として，入院時の年齢，性別，BMI，および併存疾患を診療電子カルテから採取した．なお，併存疾患については膝関節疾患，脊椎疾患，および糖尿病の有無を調査した．

2-3-2. 術前の身体機能

2-3-2-1. 術前の身体機能の測定項目

術前の身体機能として、疼痛、筋力、ROM、および歩行速度を診療電子カルテから採取した。術前の身体機能については、手術の1-3日前に、測定方法について1か月以上トレーニングを受けた理学療法士が評価した。術前の身体機能の測定方法は以下に述べる。

2-3-2-2. 疼痛

疼痛は、入院前1週間の平地を歩いている際の術側の股関節の痛みを、visual analog scaleを用いて測定した。visual analog scaleは10cmの直線の左の端を「痛みなし」、右の端を「これまでに経験した最も激しい痛み」の状態とし、患者に現状の痛みが10cmの直線上のどの位置にあるか、印を記入してもらい、左端からの印までの距離をmm単位で計測し評価する方法である¹⁷⁾。

2-3-2-3. 筋力

筋力は、術側の股関節外転ならびに膝関節伸展の等尺性最大筋力を、ベルト付きhand-held dynamometer (μTas ; ANIMA, 東京, 日本)を用いて測定した¹⁸⁾。股関節外転筋力は背臥位にて術側下肢の大腿遠位外側に、膝関節伸展筋力は座位にて術側下肢の下腿遠位前面にμTasのセンサーを設置し^{19, 20)}、それぞれ最大努力で股関節外転運動および膝関節伸展運動を5秒間行わせた際の筋力値を測定した。なお、1回の練習の後、30秒以上の間隔をあけ2回実施し、その最大値の体重比(%BW)を解析に用いた。

2-3-2-4. 関節可動域 (ROM)

ROMは、ゴニオメーター(角度計)を用いて術側の股関節屈曲ROMを1回測定

した。測定方法は日本整形外科学会・日本リハビリテーション医学会の「関節可動域表示ならびに測定法」に準じて行った^{21, 22)}。

2-3-2-5. 快適ならびに最大歩行速度

歩行速度は、10m の快適ならびに最大歩行速度を採用した。デジタルストップウォッチを使用して、10m の距離を歩いたときの時間を計測した。10m の試験距離の前後に加速および減速するために 3m の助走路を設置した。測定の開始と終了は体幹が試験距離のラインを通過した時点とした。快適歩行速度は、通常の快適な速度で歩くように指示し、最大歩行速度は、走らずに安全にできるだけ速く歩くよう指示した。快適ならびに最大歩行速度は別々に測定し、最初に快適歩行速度を、次に最大歩行速度をそれぞれ 1 回ずつ測定した。なお、各測定の間には、30 秒間の休憩をとった。

2-3-3. 術後経過

術後経過として、歩行補助具の有無に関わらず、50m の距離を独力で歩行による移動が可能となることを機能回復の達成と定義し、各患者における術後 5 日目の機能回復の達成の可否（術後 5 日目の時点での歩行自立の可否）と、機能回復の達成（歩行の自立獲得）までに要した日数をそれぞれ診療電子カルテから採取した。機能回復の評価は毎日実施し、該当する対象患者の担当理学療法士と、該当する対象患者が入院している病棟看護師の両方の判定に基づいて決定した。また、手術から退院までの入院期間（在院日数）ならびに転帰先を診療電子カルテから収集した。

2-4. 術後のリハビリテーションプログラム

標準的なリハビリテーションプログラムを付録 1 に示す。リハビリテーションは手術の翌日から開始し、平日に 1 日 1 回実施した。プログラム内容は関節可動域練習、

筋力強化練習，歩行練習，および日常生活動作（activities of daily living：ADL）練習とし，痛みに対しては必要に応じて鎮痛剤を使用した．自宅退院の基準は歩行の自立，適切な創傷治癒，医学的状态の安定，および必要な場合は階段昇降の獲得とし，介護者，医師，看護師，および理学療法士と相談して退院を決定した．術後 2 週間を急性期病院の入院期間の目安とし，術後 1 週間で上記基準を達成できなかった場合は回復期病院などへ転院となった．

2-5. 統計解析

2-5-1. 各測定項目と機能回復の達成に要する日数の関連

Cox 回帰分析を使用し，各測定項目（患者背景因子ならびに術前の身体機能）と機能回復の達成に要する日数の関連を単変量解析にて検討した．なお，HR については 95%CI を合わせて記載した．

2-5-2. 歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連

Cox 回帰分析を使用し，次に示す 2 つのモデルで，快適ならびに最大歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連を検討した．Model 1 は年齢と性別を調整し，Model 2 は Model 1 に加えて股関節外転，膝関節伸展筋力，および ROM を調整して行った．なお，HR については 95%CI を合わせて記載した．

2-5-3. 歩行速度と機能回復の達成の可否の関連

術前の評価データを用いて，術後 5 日目の機能回復，すなわち歩行動作による 50m 以上の移動の自立の可否を診断する能力（予測能）を，ROC 曲線を求めて検討した．この ROC 曲線による解析については，快適歩行速度によるモデルと最大歩行速度に

よるモデルの予測能を比較する解析と、最大歩行速度のみと年齢、性別、股関節外転ならびに膝関節伸展の筋力、および ROM からなる臨床モデルを比較する解析に分けて検討した。なお、それぞれのモデルの比較については、ROC 曲線から得られる AUCs を、DeLong ら²³⁾の方法に基づいて検討した。

2-5-4. 歩行速度と機能回復の達成割合

全対象者の歩行速度を三分位で速い群、中間群、および遅い群の 3 群に分け、Kaplan-Meier 曲線を用いて、各群における機能回復の達成の割合の差異を比較検討した。

2-5-5. 歩行速度と機能回復の達成日数に関するサブグループ解析

Cox 回帰分析による歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連について、年齢ならびに性別のサブグループに分けて検討した。年齢については 65 歳未満、65 歳以上 75 歳未満、および 75 歳以上の 3 つのグループに、性別については女性と男性の 2 グループに分類した。各グループにおける歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連について、年齢で分けたグループにおいては年齢と性別、性別で分けたグループにおいては年齢をそれぞれ調整した HR を算出し、95% CI を合わせて記載した。

2-5-6. 検定結果の判定基準

結果は平均±標準偏差 (standard deviation : SD) もしくは%を用いて表示した。統計解析には SPSS version 22.0 (IBM Corporation, Armonk, NY), STATA version 13.0 (StataCorp, College Station, TX), および R version 3.1.2 (R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria) を用いて行った。すべての解析において、

有意水準は 5%未満とした.

3. 結果

3-1. 患者特性

全患者の患者特性（患者背景因子，術前の身体機能，および術後経過）について，表 1 に示す．年齢は 64.7 ± 11.8 歳，BMI は $24.5 \pm 4.6 \text{ kg/m}^2$ ，および女性の割合は 82.3%（261 例）であった．術前の身体機能は，術側の股関節の歩行時の疼痛が $56.4 \pm 28.9 \text{ mm}$ ，膝関節伸展筋力が $32.9 \pm 13.6 \%$ ，股関節外転筋力が $18.2 \pm 8.8 \%$ ，股関節屈曲 ROM が $87.8 \pm 19.6^\circ$ ，快適歩行速度が $0.89 \pm 0.28 \text{ m/s}$ ，および最大歩行速度が $1.23 \pm 0.42 \text{ m/s}$ であった．また，機能回復の達成の定義に用いた 50m 歩行の自立に要した日数は 6.4 ± 3.1 日，在院日数は 13.5 ± 4.5 日であり，71 例（22.4%）が回復期病院へ転院した．

3-2. 各測定項目と機能回復の達成に要する日数の関連

Cox 回帰分析を用いた各測定項目と機能回復の達成に要する日数の関連について，その結果を表 2 に示す．単変量解析において，年齢，性別（男性），膝関節伸展筋力，股関節外転筋力，股関節屈曲 ROM，快適歩行速度，および最大歩行速度が機能回復の達成に要する日数と有意に関連していた（それぞれ $\text{HR} = 0.97$, 95% $\text{CI} = 0.96 - 0.98$; $P < 0.001$; $\text{HR} = 1.38$, 95% $\text{CI} = 1.02 - 1.88$; $P = 0.038$; $\text{HR} = 1.02$, 95% $\text{CI} = 1.02 - 1.03$; $P < 0.001$; $\text{HR} = 1.04$, 95% $\text{CI} = 1.03 - 1.05$; $P < 0.001$; $\text{HR} = 1.01$, 95% $\text{CI} = 1.00 - 1.02$; $P = 0.004$; $\text{HR} = 4.91$, 95% $\text{CI} = 3.15 - 7.67$; $P < 0.001$; $\text{HR} = 3.00$, 95% $\text{CI} = 2.27 - 3.96$; $P < 0.001$).

3-3. 歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連

Cox 回帰分析を用いた歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連について，そ

の結果を表 3 に示す。年齢と性別で調整した Model 1 において、快適ならびに最大歩行速度は機能回復の達成に要する日数の独立した関連因子であった（それぞれ $HR = 3.66$, $95\% CI = 2.31 - 5.81$; $P < 0.001$; $HR = 2.57$, $95\% CI = 1.90 - 3.48$; $P < 0.001$ ）。

また、年齢、性別、筋力、および ROM で調整した Model 2 において、快適ならびに最大歩行速度は機能回復の達成に要する日数の独立した関連因子であった（それぞれ $HR = 2.32$, $95\% CI = 1.30 - 4.12$; $P = 0.004$; $HR = 1.97$, $95\% CI = 1.30 - 2.97$; $P = 0.001$ ）。

3-4. 歩行速度と機能回復の達成の可否の関連

快適歩行速度ならびに最大歩行速度を用いて術後 5 日目の機能回復の達成の可否を判別する ROC 曲線の結果を図 2 に示す。快適歩行速度と最大歩行速度による AUCs を比較すると、最大歩行速度は快適歩行速度に比較して有意に高値を示した（ $P = 0.028$ ）。

また、最大歩行速度ならびに年齢、性別、股関節外転ならびに膝関節伸展筋力、ROM からなる臨床モデルを用いて術後 5 日目の機能回復の達成の可否を判別する ROC 曲線の結果を図 3 に示す。最大歩行速度の ACU (0.70 , $95\% CI: 0.64 - 0.76$) は、年齢、性別、股関節外転ならびに膝関節伸展筋力、ROM からなる臨床モデルの AUC (0.70 , $95\% CI: 0.64 - 0.76$) と比べて有意な差は認められなかった（ $P = 0.947$ ）。

3-5. 最大歩行速度と機能回復の達成割合

最大歩行速度に基づいて速い群、中間群、および遅い群の 3 群に分けた際の機能回復の達成割合の差異を示す Kaplan-Meier 曲線ならびに Log-rank 検定による各群間の比較を図 4 に示す。各群の Kaplan-Meier 曲線の結果、最大歩行速度の速い群は中間群ならびに遅い群と比較して、機能回復の達成の割合は有意に高値を示した（Log-

rank, $P < 0.001$). また, 中間群も遅い群と比較して, 機能回復の達成の割合は有意に高値を示した ($P < 0.001$).

3-6. 最大歩行速度と機能回復の達成日数に関するサブグループ解析

Cox 回帰分析を用いて, 最大歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連についてサブグループ解析を実施した結果を図 5 に示す. 最大歩行速度は, 年齢で分けた 65 歳未満, 65 歳以上 75 歳未満, および 75 歳以上のどのグループにおいても機能回復の達成に要する日数とそれぞれ独立して関連していた (それぞれ $HR = 2.00$, 95% $CI = 1.30 - 3.06$; $P = 0.002$; $HR = 2.40$, 95% $CI = 1.42 - 4.06$; $P = 0.001$; $HR = 7.15$, 95% $CI = 2.46 - 20.76$; $P < 0.001$). また, 性別についても同様に, 最大歩行速度は女性と男性のどちらのグループにおいても, 機能回復の達成に要する日数とそれぞれ独立して関連していた (それぞれ $HR = 2.85$, 95% $CI = 1.97 - 4.12$; $P < 0.001$; $HR = 2.00$, 95% $CI = 1.17 - 3.44$; $P = 0.012$).

4. 考察

本研究の結果から、THA 術後の早期の機能回復、すなわち歩行の自立獲得の達成に要する日数は、他の患者背景因子で調整しても術前の歩行速度と独立して関連していた。特に、術前の最大歩行速度による機能回復の達成の予測能は快適歩行速度よりも高く、年齢、性別、下肢筋力、および股関節可動域からなる臨床モデルによる予測能と同等であった。また、術前の最大歩行速度が速い患者群は遅い患者群と比べて、機能回復の達成割合が高いことが明らかとなった。さらに、年齢ならびに性別でサブグループに分けても、術前の最大歩行速度は術後の機能回復の達成に要する日数と有意に関連していた。これらの結果は、術前の最大歩行速度が THA 術後患者の機能回復を予測する有用な指標であることを強く示している。

機能回復、特に歩行の自立獲得の可否ならびにその獲得の時期は、転帰先の決定を左右し、入院期間にも影響を及ぼすことが指摘されている。しかし、THA 術後患者における早期の機能回復とその要因についての報告は極めて少ない。Oosting らは、術後 3 日の歩行の自立獲得を機能回復の指標として、高齢（70 歳以上）、併存症があること、術前の TUG スコアが 10.5 秒以上、および術前の快適歩行速度が 1.0 m/s 未満が機能回復の遅延リスクであることを報告している⁷⁾。また、Elings らは、術後 5 日での歩行の自立獲得を機能回復の指標として、男性、高齢（70 歳以上）、BMI が 25 kg/m² 以上、American Society of Anesthesiologists score が 3、Charnley score が B もしくは C、および術前の TUG スコアが 12.5 秒以上は有意なリスク因子であることを報告している。そして、これらの指標を用いて機能回復の遅延リスクに関する術前の評価方法を考案し、その評価方法が早期の機能回復の予測に有用であったことを明らかにしている²⁴⁾。さらに、Unnanuntana らは、退院時に歩行可能な距離を機能回復の指標として、年齢、性別、および BMI を関連する因子として報告している²⁵⁾。これらは機能回復と関連する重要な因子である一方で、それぞれの報告で複数の因子

の検討が必要であり、実臨床でこれらの要因を全て用いるには限界がある。このことから、本研究の結果において、術前の最大歩行速度が単独で年齢、性別、筋力、および ROM を含む臨床モデルと同程度の予測能力を示したことは、THA 術後の早期の機能回復を予測する簡便で有用な指標であることを強く示すものと思われる。

THA 術後患者における術後回復の予測に関する先行研究では、3 か月後や 1 年後など長期の機能回復について、TUG や立ち上がりテストなどのパフォーマンステストが予測指標として有用であることが報告されている^{8-11, 15, 26-29}。さらに、近年では人工関節置換術を受ける患者が高齢になるにつれて、フレイルを評価することの重要性が報告されている³⁰。フレイルとは、加齢に伴って生理的予備能が低下し、種々のストレスに対する脆弱性が亢進した状態と定義され³¹、フレイルは身体障害や死亡率と関連するとされている^{32, 33}。現在、フレイルを診断するために多様な評価法が考案されているが、歩行速度はフレイルの判定基準として最も活用されている Fried Scale の評価項目の一つとして用いられているように³⁴、簡便さと予測能の高さからフレイルを評価するための主要な指標になっている。そのため、身体機能のパフォーマンステストの一つである歩行速度が THA 術後患者の機能回復の予測に有用な指標となり得たことは理解に難くない。

また、歩行速度は地域在住高齢者において、筋力やバランス能力と関連することが報告されており^{35, 36}、変形性関節症患者においても、歩行速度は筋力や ROM、疼痛など様々な要素との関連が示されている^{37, 38}。これらに加えて、近年では、疼痛に対する不安感が影響を及ぼすことも報告されており³⁸、歩行速度は運動機能や心理面などの各要素を統合し、身体機能を包括的に評価する指標であると考えられる。THA 術後患者の機能回復には多数の因子が影響を及ぼすことが報告されており^{5, 6}、THA 術後患者の早期の機能回復の予測に歩行速度が有用であった要因のひとつとして、歩行速度が筋力や ROM のような身体機能の各要素を個別で評価した指標ではなく、身体

機能の包括的な指標であったことが考えられる。

加えて、歩行速度の予測指標としての有用性については、過去にも多くの対象者において報告されており、歩行速度は地域在住高齢者や心血管疾患患者などの様々な集団の罹患率と死亡率を予測することが示されている^{39,40)}。そして、注目すべき点は、多くの研究において、歩行速度のみの測定が他の多要素からなるフレイルスケールよりも予測能において優れていることが示されている点である^{41,42)}。さらに、歩行速度の評価は、高齢者の併存疾患である認知機能障害を有する虚弱な高齢者であっても正確に測定できることが知られており⁴³⁾、簡便さだけでなく高い信頼性が認められている。これらの先行研究の結果に基づいて、ヨーロッパの整形外科専門家グループは、変形性関節症患者の日常診療における身体機能の評価として歩行速度を測定することを推奨している⁴⁴⁾。以上のように、本研究の結果は過去の研究報告と合致するものである。

そして、本研究において術前の最大歩行速度による機能回復の達成の予測能は快適歩行速度よりも高いことが示された。最大歩行速度は、変形性股関節症患者における測定の信頼性や運動療法に対する応答性が示されており^{45,46)}、また、変形性股関節症患者における臨床的に有意な変化を評価できることが報告されていることから⁴⁶⁾、最大歩行速度は変形性股関節症患者の身体機能を適切に把握可能な指標であると考えられる。さらに、地域在住高齢者において、最大歩行速度は快適歩行速度と比較して、フレイルの有無を判別できることが示されており⁴⁷⁾、最大歩行速度は予備能力をより的確に反映することが指摘されている。そのため、最大歩行速度は快適歩行速度と比較して変形性股関節症患者における身体機能、とくに予備能力を鋭敏に反映し、THA術後の早期の機能回復の予測指標として有用であったと考えられる。

なお、THA術後患者における早期の機能回復の指標については、前述の先行研究のように多様な指標が用いられており^{7,24,25)}、統一されていないのが現状である。

THA に関する最近の報告では、手術の技術的な進歩と手術後の機能回復に対する強力な介入 (enhanced recovery after surgery : ERAS) により、入院の平均期間は年々短縮されている²⁾。本研究で用いている 5 日間での歩行の自立の獲得は、上記の報告における入院期間よりも長い期間である。しかし一方で、近年のメタ分析によると、世界中の人工関節置換術での平均入院期間は 2~13 日であり、国や医療施設によって大きく異なることが報告されている⁴⁸⁾。本邦においては、人工関節置換術での入院期間の目安は保険制度により 2 週間~1 か月とされているが、先行研究で用いられている指標を参考に²⁴⁾、本研究では 5 日での機能回復を術後経過の指標として採用した点は妥当と考えられた。

本研究の限界として、まず後方視的研究であり、単施設の患者を対象としていることが挙げられる。次に、多変量解析を使用しているが、機能回復に関連する多くの要因が報告されており、認知機能障害、喫煙歴、鎮痛剤を含む服薬状況^{5, 49)}など、測定していない他の要因がバイアスをもたらした可能性がある。また、歩行速度の評価方法において、快適ならびに最大歩行速度の測定回数がそれぞれ 1 回ずつであり、1 回のみの測定でも高い信頼性が示されているが^{50, 51)}、歩行速度の測定を初めて行う際には練習効果のため 2 回目以降の成績の方が良いとの報告があり⁴⁵⁾、測定回数が結果に影響を及ぼした可能性がある。そして、アジア人のみを対象者としていることも考慮すべき点である。最後に、本研究では術前の TUG や立ち上がりテストなどのその他のパフォーマンステストを測定していないため、術前の歩行速度の有用性を他のパフォーマンステストと比較検討することは困難であった。機能回復の予測指標として、術前の最大歩行速度の有用性を明確化するためには、他の集団における検討や、他のパフォーマンステストとの有用性の比較など、さらなる研究が必要であると考えられる。

本研究において、術前の歩行速度が機能回復を予測する指標として有用であること

が示されたことから、手術前からリハビリテーション介入を行い、術前の歩行速度の改善を図ることで、術後の機能回復がより早期に獲得できる可能性が示唆された。早期の機能回復、すなわち歩行の自立獲得は THA 術後患者の在院日数の短縮と退院後の転帰先の的確な判断が求められている近年において極めて重要である。また、本研究の結果と合わせて、術前の歩行速度と術後 1 年や 5 年などの長期の機能回復との関連を検討することで、術前の歩行速度を手術の適応時期の目安として適用できる可能性がある。そのため、本研究の成果は術前リハビリテーションや手術適応時期の判定など、変形性股関節症患者の治療方針の一助となると思われた。今後は、術前リハビリテーションによる歩行速度の効果的な介入を検討することや、手術適応時期の判定指標としての術前の歩行速度の有用性について多角的に検討していくことが重要と考えられた。

5. 結語

術前の最大歩行速度は快適歩行速度と比べて，THA 術後患者の機能回復の達成の可否や達成までの日数と強く関連していることが示された．本研究の成果は，術前の最大歩行速度が THA 術後患者の早期の機能回復の予測に極めて有用であり，術後の治療指針を効果的に組み立てる有用な情報になり得ると考えられた．

6. 謝辞

本稿を終えるにあたり，ご指導いただきました松永篤彦教授，神谷健太郎准教授に
深謝申し上げます。また，本研究にご協力いただきました患者様ならびに整形外科ス
タッフの皆様に心より御礼申し上げます。

7. 引用文献

- [1] Neuprez A, Neuprez AH, Kaux JF, Kurth W, Daniel C, Thirion T, et al. Total Joint Replacement Improves Pain, Functional Quality of Life, and Health Utilities in Patients With Late-Stage Knee and Hip Osteoarthritis for Up to 5 Years. *Clin Rheumatol* 2019; doi:10.1007/s10067-019-04811-y.
- [2] Drew S, Judge A, Cohen R, Fitzpatrick R, Barker K, Gooberman-Hill R. Enhanced Recovery After Surgery Implementation in Practice: An Ethnographic Study of Services for Hip and Knee Replacement. *BMJ Open* 2019; 9(3): e024431.
- [3] Malani PN. Functional status assessment in the preoperative evaluation of older adults. *JAMA* 2009; 302(14): 1582-3.
- [4] Baldini G, Ferreira V, Carli F. Preoperative Preparations for Enhanced Recovery After Surgery Programs: A Role for Prehabilitation. *Surg Clin North Am* 2018; 98(6): 1149-69.
- [5] Elings J, Hoogeboom TJ, van der Sluis G, van Meeteren NL. What preoperative patient-related factors predict inpatient recovery of physical functioning and length of stay after total hip arthroplasty? A systematic review. *Clin Rehabil* 2015; 29(5): 477-92.
- [6] Hofstede SN, Gademan MG, Vliet Vlieland TP, Nelissen RG, Marang-van de Mheen PJ. Preoperative predictors for outcomes after total hip replacement in patients with osteoarthritis: a systematic review. *BMC Musculoskelet Disord* 2016; 17: 212.
- [7] Oosting E, Hoogeboom TJ, Appelman-de Vries SA, Swets A, Dronkers JJ, van Meeteren NL. Preoperative prediction of inpatient recovery of

- function after total hip arthroplasty using performance-based tests: a prospective cohort study. *Disabil Rehabil* 2016; 38(13): 1243-9.
- [8] Nankaku M, Tsuboyama T, Akiyama H, Kakinoki R, Fujita Y, Nishimura J, et al. Preoperative Prediction of Ambulatory Status at 6 Months After Total Hip Arthroplasty. *Phys Ther* 2013; 93(1): 88-93.
- [9] Petis SM, Howard JL, Lanting BA, Somerville LE, Vasarhelyi EM. Perioperative Predictors of Length of Stay After Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty* 2016; 31(7): 1427-30.
- [10] Poitras S, Au K, Wood K, Dervin G, Beaulé PE. Predicting Hospital Length of Stay and Short-Term Function After Hip or Knee Arthroplasty: Are Both Performance and Comorbidity Measures Useful? *Int Orthop* 2018; 42(10): 2295-300.
- [11] Poitras S, Wood KS, Savard J, Dervin GF, Beaulé PE. Predicting Early Clinical Function After Hip or Knee Arthroplasty. *Bone Joint Res* 2015; 4(9): 145-51.
- [12] Elibol N, Unver B, Karatosun V, Gunal I. Relationship Between Self-Reported and Performance-Based Tests in Assessment of Patients With Total Hip Arthroplasty. *Hip Int* 2018; 28(5): 566-70.
- [13] Dobson F, Hinman RS, Roos EM, Abbott JH, Stratford P, Davis AM, et al. OARSI Recommended Performance-Based Tests to Assess Physical Function in People Diagnosed With Hip or Knee Osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage* 2013; 21(8): 1042-52.
- [14] Barker KL, Batting M, Schlüssel M, Newman M. The Reliability and Validity of the Figure of 8 Walk Test in Older People With Knee

Replacement: Does the Setting Have an Impact? *Physiotherapy* 2019; 105(1): 76-83.

- [15] Bahl JS, Nelson MJ, Taylor M, Solomon LB, Arnold JB, Thewlis D. Biomechanical Changes and Recovery of Gait Function After Total Hip Arthroplasty for Osteoarthritis: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Osteoarthritis Cartilage* 2018; 26(7): 847-63.
- [16] Slaven EJ. Prediction of functional outcome at six months following total hip arthroplasty. *Phys Ther* 2012; 92(11): 1386-94.
- [17] Jensen MP, Karoly P, Braver S. The Measurement of Clinical Pain Intensity: A Comparison of Six Methods. *Pain* 1986; 27(1): 117-26.
- [18] Katoh M, Yamasaki H. Comparison of reliability of isometric leg muscle strength measurements made using a hand-held dynamometer with and without a restraining belt. *J Phys Ther Sci* 2009; 21: 37-42.
- [19] 平澤 有里, 長谷川 輝美, 松下 和彦, 山崎 裕司. 健常者の等尺性膝伸展筋力. *理学療法ジャーナル* 2004; 38(4): 330-3.
- [20] Ieiri A, Tushima E, Ishida K, Inoue M, Kanno T, Masuda T. Reliability of Measurements of Hip Abduction Strength Obtained With a Hand-Held Dynamometer. *Physiother Theory Pract* 2015; 31(2): 146-52.
- [21] 日本整形外科学会. 関節可動域表示ならびに測定法. *日本整形外科学会雑誌* 1995; 69: 240-50.
- [22] 日本リハビリテーション医学会. 関節可動域表示ならびに測定法. *リハビリテーション医学* 1995; 32: 207-17.
- [23] DeLong ER, DeLong DM, Clarke-Pearson DL. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a

nonparametric approach. *Biometrics*. 1988; 44(3): 837-45.

- [24] Elings J, van der Sluis G, Goldbohm RA, Galindo Garre F, de Gast A, Hoozeboom TJ, et al. Development of a Risk Stratification Model for Delayed Inpatient Recovery of Physical Activities in Patients Undergoing Total Hip Replacement. *J Orthop Sports Phys Ther* 2016; 46(3): 135-43.
- [25] Unnanuntana A, Rebolledo BJ, Gladnick BP, Nguyen JT, Sculco TP, Cornell CN, et al. Does vitamin D status affect the attainment of in-hospital functional milestones after total hip arthroplasty? *J Arthroplasty* 2012; 27(3): 482-9.
- [26] Gerhardt DMJM, Mors TGT, Hannink G, Van Susante JLC. Resurfacing Hip Arthroplasty Better Preserves a Normal Gait Pattern at Increasing Walking Speeds Compared to Total Hip Arthroplasty. *Acta Orthop* 2019; 90(3): 231-6.
- [27] Yoo JI, Cha YH, Kim KJ, Kim HY, Choy WS, Hwang SC. Gait Analysis After Total Hip Arthroplasty Using Direct Anterior Approach Versus Anterolateral Approach: A Systematic Review and Meta-Analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 2019; 20(1): 63.
- [28] Gomi M, Maezawa K, Nozawa M, Yuasa T, Sugimoto M, Hayashi A, et al. Early Clinical Evaluation of Total Hip Arthroplasty by Three-Dimensional Gait Analysis and Muscle Strength Testing. *Gait Posture* 2018; 66: 214-20.
- [29] Foucher KC, Freels S. Preoperative Factors Associated With Postoperative Gait Kinematics and Kinetics After Total Hip Arthroplasty. *Osteoarthritis Cartilage* 2015; 23(10): 1685-94.

- [30] Schmucker AM, Hupert N, Mandl LA. The Impact of Frailty on Short-Term Outcomes After Elective Hip and Knee Arthroplasty in Older Adults: A Systematic Review. *Geriatr Orthop Surg Rehabil* 2019; 10: 2151459319835109.
- [31] 荒井 秀典. フレイルの意義. *日本老年医学会雑誌* 2014; 51(6): 497-501.
- [32] Morley JE, Malmstrom TK, Miller DK. A Simple Frailty Questionnaire (FRAIL) Predicts Outcomes in Middle Aged African Americans. *J Nutr Health Aging* 2012; 16(7): 601-8.
- [33] Yamada M, Arai H. Predictive Value of Frailty Scores for Healthy Life Expectancy in Community-Dwelling Older Japanese Adults. *J Am Med Dir Assoc* 2015; 16(11): 1002.e7-11.
- [34] Fried LP, Tangen CM, Walston J, Newman AB, Hirsch C, Gottdiener J, et al. Frailty in Older Adults: Evidence for a Phenotype. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2001; 56(3): M146-56.
- [35] Moraes DC, Lenardt MH, Seima MD, Mello BH, Setoguchi LS, Setlik CM. Postural instability and the condition of physical frailty in the elderly. *Rev Lat Am Enfermagem* 2019; 27: e3146.
- [36] Jung H, Yamasaki M. Association of lower extremity range of motion and muscle strength with physical performance of community-dwelling older women. *J Physiol Anthropol* 2016; 35(1): 30.
- [37] Pua YH, Wrigley TV, Collins M, Cowan SM, Bennell KL. Association of physical performance with muscle strength and hip range of motion in hip osteoarthritis. *Arthritis Rheum* 2009; 61(4): 442-50.
- [38] Hayashi K, Kako M, Suzuki K, Hattori K, Fukuyasu S, Sato K, et al. Gait

Speeds Associated with Anxiety Responses to Pain in Osteoarthritis Patients. *Pain Med* 2016; 17(3): 606-13.

- [39] Studenski S, Perera S, Patel K, Rosano C, Faulkner K, Inzitari M, et al. Gait speed and survival in older adults. *JAMA* 2011; 305(1): 50-8.
- [40] Kamiya K, Hamazaki N, Matsue Y, Mezzani A, Corrà U, Matsuzawa R, et al. Gait speed has comparable prognostic capability to six-minute walk distance in older patients with cardiovascular disease. *Eur J Prev Cardiol* 2018; 25(2): 212-9.
- [41] Afilalo J, Mottillo S, Eisenberg MJ, Alexander KP, Noiseux N, Perrault LP, et al. Addition of frailty and disability to cardiac surgery risk scores identifies elderly patients at high risk of mortality or major morbidity. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2012; 5(2): 222-8.
- [42] Kim DH, Kim CA, Placide S, Lipsitz LA, Marcantonio ER. Preoperative frailty assessment and outcomes at 6 months or later in older adults undergoing cardiac surgical procedures: A systematic review. *Ann Intern Med* 2016; 165(9): 650-60.
- [43] Chan WLS, Pin TW. Reliability, Validity and Minimal Detectable Change of 2-minute Walk Test, 6-minute Walk Test and 10-meter Walk Test in Frail Older Adults With Dementia. *Exp Gerontol* 2019; 115: 9-18.
- [44] Beaudart C, Rolland Y, Cruz-Jentoft AJ, Bauer JM, Sieber C, Cooper C, et al. Assessment of Muscle Function and Physical Performance in Daily Clinical Practice : A Position Paper Endorsed by the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases (ESCEO). *Calcif Tissue Int* 2019; 105(1): 1-14.

- [45] Gill S, McBurney H. Reliability of performance-based measures in people awaiting joint replacement surgery of the hip or knee. *Physiother Res Int* 2008; 13(3): 141-52.
- [46] Wright AA, Cook CE, Baxter GD, Dockerty JD, Abbott JH. A comparison of 3 methodological approaches to defining major clinically important improvement of 4 performance measures in patients with hip osteoarthritis. *J Orthop Sports Phys Ther* 2011; 41(5): 319-27.
- [47] do Carmo Correia de Lima M, Loffredo Bilton T, Jefferson de Sousa Soares W, Paccini Lustosa L, Ferriolli E, Rodrigues Perracini M. Maximum Walking Speed Can Improve the Diagnostic Value of Frailty among Community-Dwelling Older Adults a Cross-Sectional Study. *J Frailty Aging* 2019; 8(1): 39-41.
- [48] Zhu S, Qian W, Jiang C, Ye C, Chen X. Enhanced Recovery After Surgery for Hip and Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Postgrad Med J* 2017; 93(1106): 736-42.
- [49] Goplen CM, Verbeek W, Kang SH, Jones CA, Voaklander DC, Churchill TA, et al. Preoperative opioid use is associated with worse patient outcomes after Total joint arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskelet Disord* 2019; 20(1): 234.
- [50] Peters DM, Fritz SL, Krotish DE. Assessing the reliability and validity of a shorter walk test compared with the 10-Meter Walk Test for measurements of gait speed in healthy, older adults. *J Geriatr Phys Ther* 2013; 36(1): 24-30.
- [51] Fernández-Huerta L, Córdova-León K. Reliability of two gait speed tests

of different timed phases and equal non-timed phases in community-dwelling older persons. Reliability of two gait speed tests of different timed phases and equal non-timed phases in community-dwelling older persons. *Medwave* 2019; 19(3): e7611.

8. 図表

表 1. 患者特性

因子	<i>n</i> = 317
患者背景因子	
年齢 (歳)	64.7 ± 11.8 (30 – 95)
性別 (人, %女性)	261 (82.3%)
Body-mass index (kg/m ²)	24.5 ± 4.6 (14.4 – 42.2)
併存症, 人 (%)	
腰椎疾患	46 (14.5%)
膝関節疾患	19 (6.0%)
糖尿病	16 (5.0%)
術前の身体機能	
股関節の疼痛 (術側, mm)	56.4 ± 28.9 (0 – 100)
膝関節伸展筋力 (術側, %BW)	32.9 ± 13.6 (6.6 – 87.9)
股関節外転筋力 (術側, %BW)	18.2 ± 8.8 (2.3 – 47.2)
股関節屈曲 ROM (術側, °)	87.8 ± 19.6 (20 – 132)
快適歩行速度 (m/s)	0.89 ± 0.28 (0.22 – 1.56)
最大歩行速度 (m/s)	1.23 ± 0.42 (0.23 – 2.56)
術後経過	
機能回復までに要した日数 (日)	6.4 ± 3.1 (2 – 23)
在院日数 (日)	13.5 ± 4.5 (5 – 31)
回復期病院への転院人数, 人 (%)	71 (22.4%)

数値は, 平均 ± 標準偏差 (最小値–最大値), 人数 (%), %BW ; percentage of body weight (%体重比), ROM ; range of motion (関節可動域).

表 2. 各測定項目と機能回復の達成に要する日数の関連

変数	HR	95%CI	P 値
患者背景因子			
年齢	0.97	0.96-0.98	<0.001
性別（男性）	1.38	1.02-1.88	0.038
BMI	1.00	0.97-1.03	0.966
併存症			
膝関節疾患	0.57	0.32-1.02	0.060
脊椎疾患	0.85	0.60-1.20	0.356
糖尿病	0.71	0.40-1.28	0.256
術前の身体機能			
股関節の疼痛（術側）	1.00	0.99-1.00	0.559
膝関節伸展筋力（術側）	1.02	1.02-1.03	<0.001
股関節外転筋力（術側）	1.04	1.03-1.05	<0.001
股関節屈曲 ROM（術側）	1.01	1.00-1.02	0.004
快適歩行速度	4.91	3.15-7.67	<0.001
最大歩行速度	3.00	2.27-3.96	<0.001

HR ; hazard ratio（ハザード比）, CI ; confidence interval（信頼区間）.

表 3. 歩行速度と機能回復の達成に要する日数の関連

変数	Model 1			Model 2		
	HR	95% CI	<i>P</i> 値	HR	95% CI	<i>P</i> 値
快適歩行速度	3.66	2.31 – 5.81	<0.001	2.32	1.30 – 4.12	0.004
最大歩行速度	2.57	1.90 – 3.48	<0.001	1.97	1.30 – 2.97	0.001

Model 1 ; 年齢, 性別を調整, Model 2 ; Model 1 に加えて股関節ならびに膝関節の筋力, ROM を調整, HR ; hazard ratio (ハザード比), CI ; confidence interval (信頼区間).

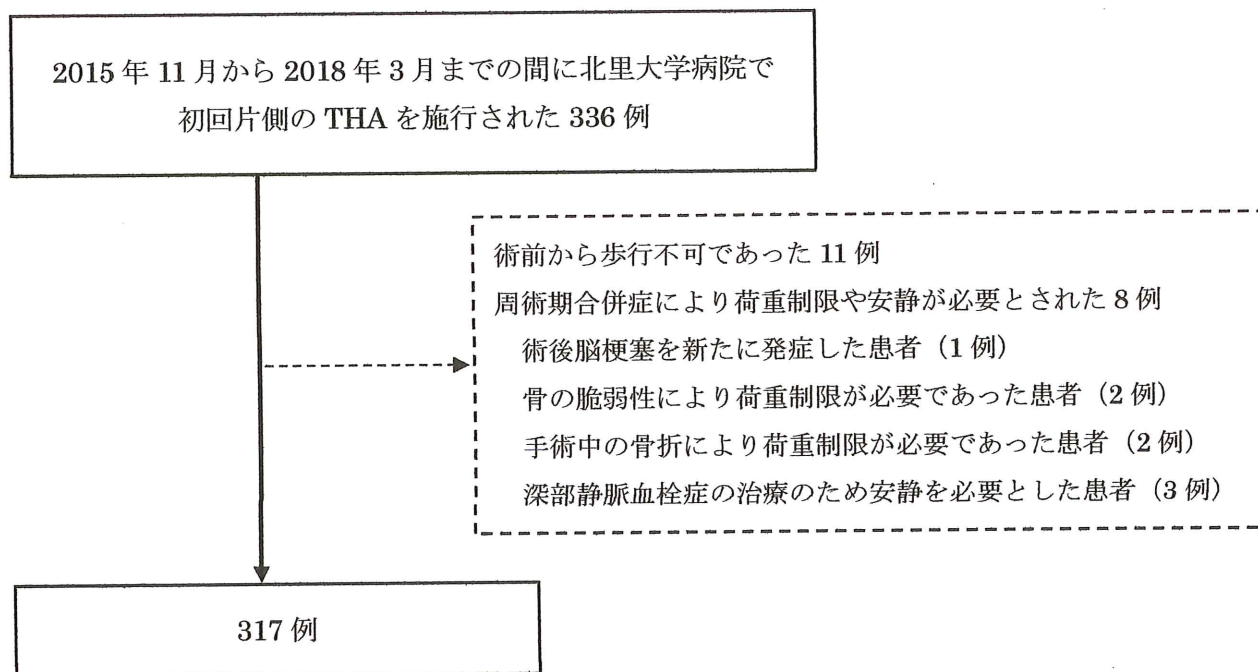


図1. 対象者のフローチャート

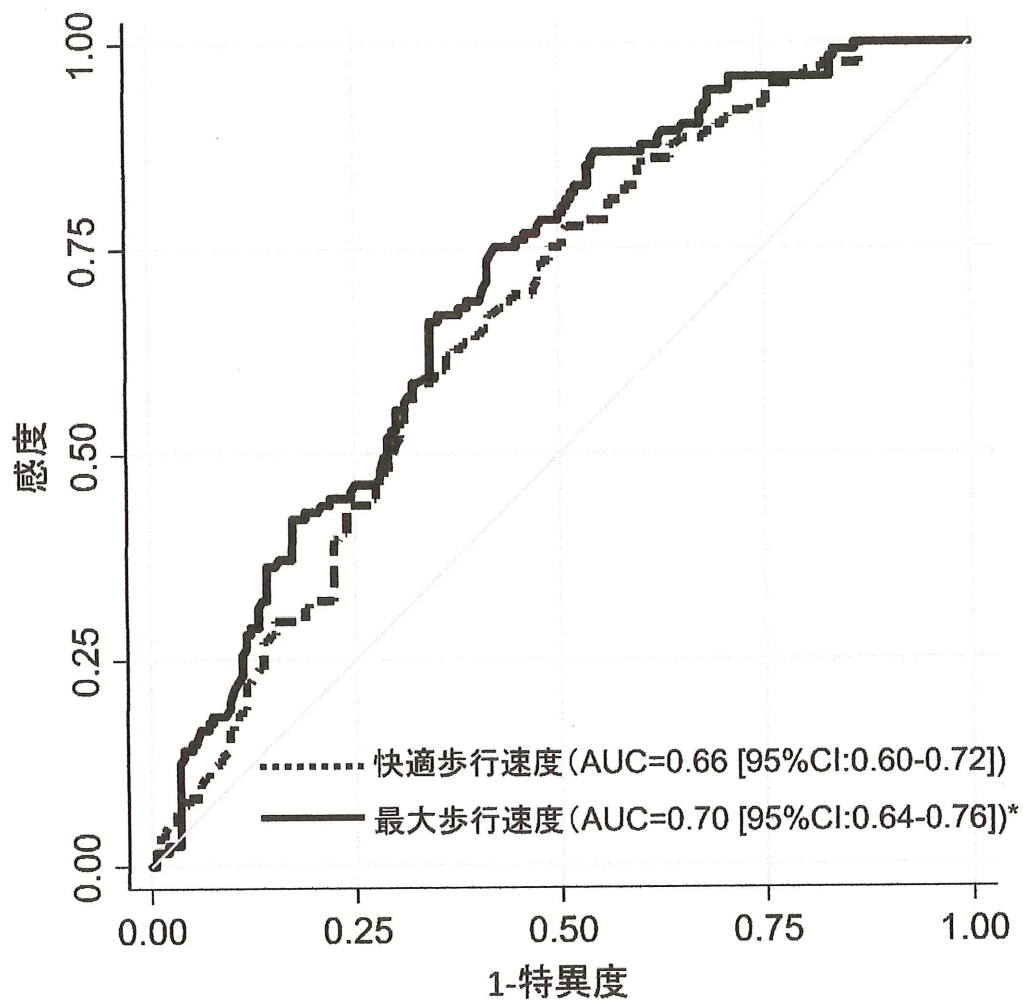


図 2. 快適歩行速度ならびに最大歩行速度と機能回復の達成の可否の関連
 AUC ; area under the curve (曲線下面積), CI ; confidence interval (信頼区
 間), * ; $P < 0.05$ vs. 快適歩行速度.

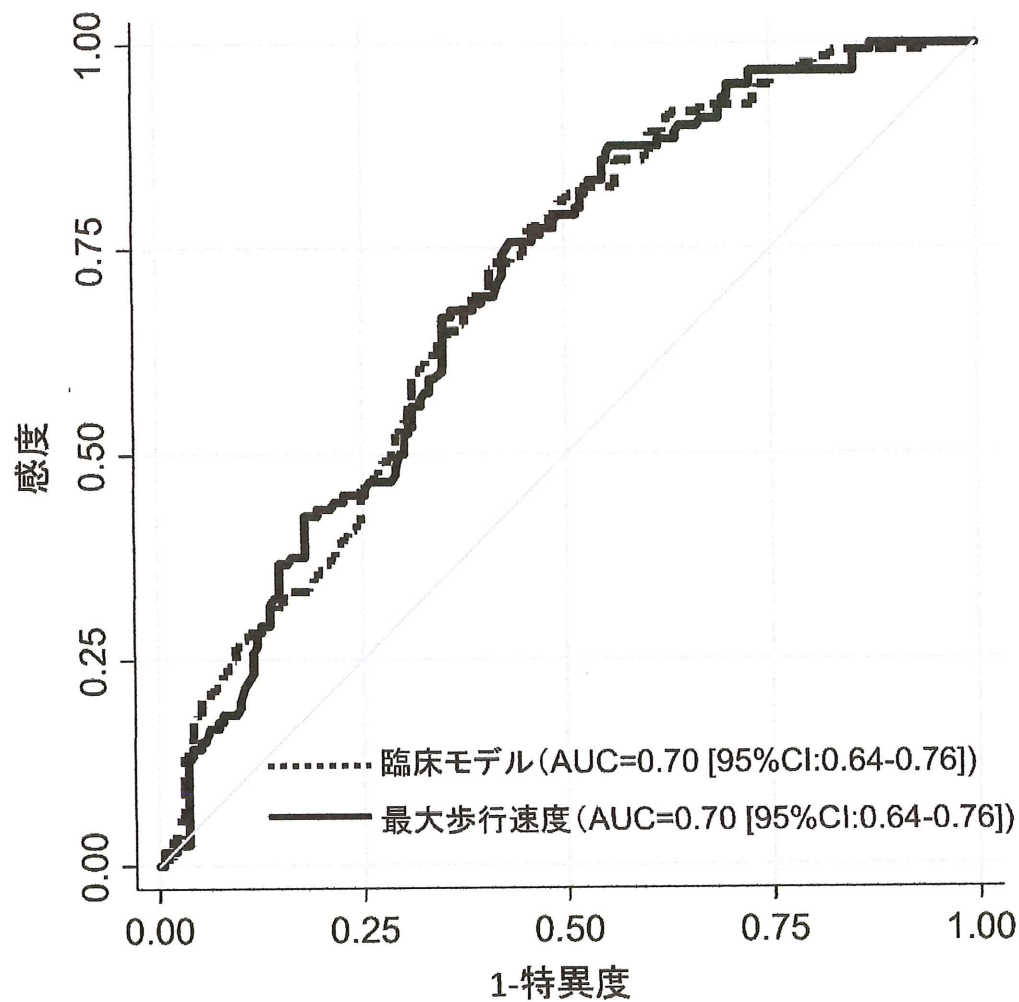
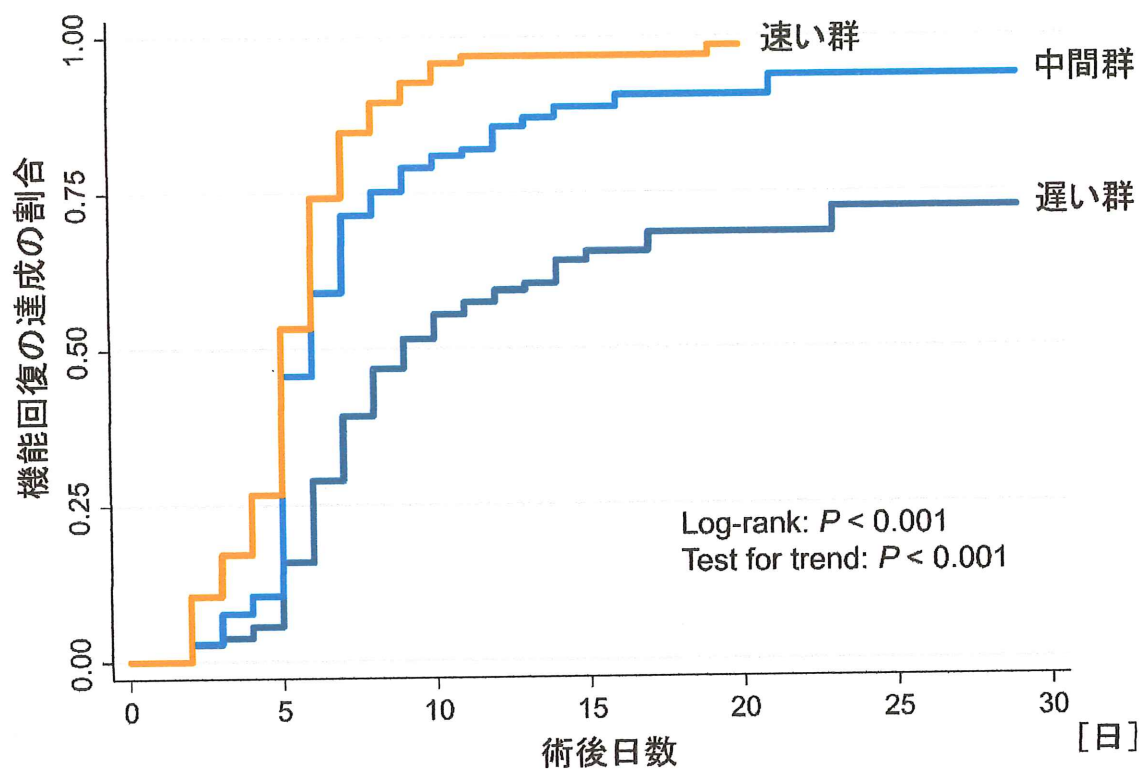


図 3. 最大歩行速度ならびに臨床モデルと機能回復の達成の可否の関連
 AUC ; area under the curve (曲線下面積), CI ; confidence interval (信頼区間).



Log-rank 検定による各群間の比較

	vs. 速い群		vs. 中間群		vs. 遅い群	
	χ^2	P 値	χ^2	P 値	χ^2	P 値
速い群	N.A.		11.5	0.001	68.7	<0.001
中間群	11.5	0.001	N.A.		26.4	<0.001
遅い群	68.7	<0.001	26.4	<0.001	N.A.	

図 4. 最大歩行速度と機能回復の達成割合

速い群, 中間群, および遅い群はそれぞれ最大歩行速度 ≥ 1.41 , $1.05 - 1.41$, および ≤ 1.05 m/s, N.A.; not applicable (該当なし).

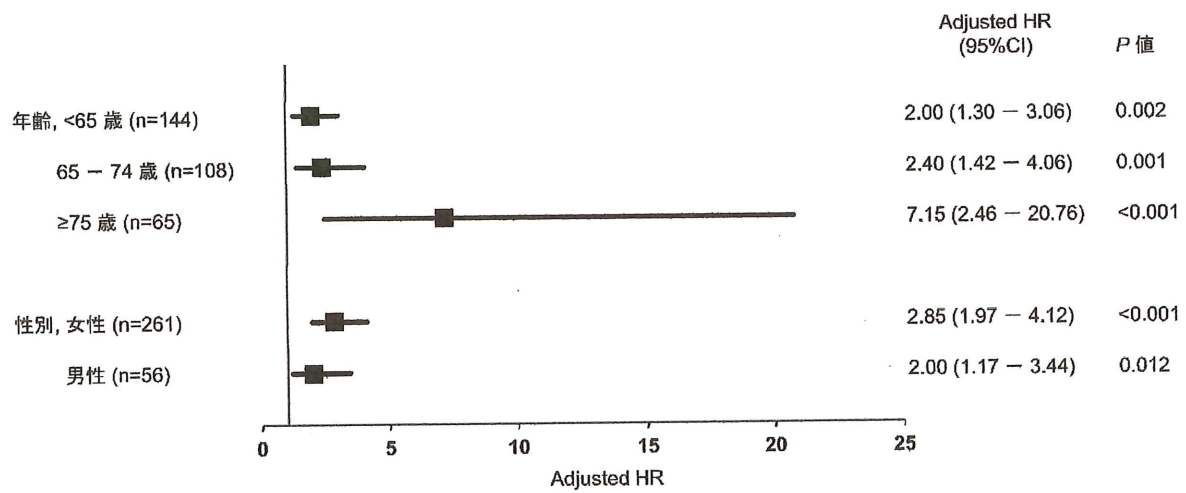


図 5. 最大歩行速度と機能回復の達成日数に関するサブグループ解析
 HR ; hazard ratio (ハザード比), CI ; confidence interval (信頼区間).

9. 業績目録

9-1. 主学術論文（英文原著）

- 1) Shibuya M, Nanri Y, Kamiya K, Fukushima K, Uchiyama K, Takahira N, Takaso M, Fukuda M, Matsunaga A: The maximal gait speed is a simple and useful prognostic indicator for functional recovery after total hip arthroplasty. BMC Musculoskelet Disord, 21(1): 84, 2020.

9-2. 原著（主学術論文を除く）

- 1) Ichikawa T, Yokoba M, Kimura M, Shibuya M, Easton PA, Katagiri M : Genioglossus muscle activity during sniff and reverse sniff in healthy men. Exp Physiol, 103(12): 1656-1665, 2018.
- 2) 澁谷真香, 浅田浩明, 木村雅彦, 松永篤彦, 山本晋：大動脈瘤人工血管置換術後患者における術前身体機能が術後パス逸脱に及ぼす影響. 心臓リハビリテーション, 23: 147-151, 2017.
- 3) 木村雅彦, 伊東真理, 澁谷真香, 松永篤彦：最大換気量検査が呼吸循環応答および眩暈症状に与える影響. 臨床理学療法研究, 32: 29-33, 2015.

9-3. 著書

- 1) 松永篤彦, 神谷健太郎, 小林主献, 堀田一樹, 松本卓也, 山本周平, 濱崎伸明, 米澤隆介, 市川毅, 前川恵美, 鎌田裕実, 松沢良太, 南里佑太, 阿部義史, 澁谷真香, 野崎康平, 田中伸弥, 忽那俊樹, 木村雅彦：運動療法エビデンスレビュー. 初版, 東京, 文光堂, 2018.

9-4. 総説・講座

- 1) 澁谷真香：股関節疾患のリハビリテーション. 整形外科看護, 23(8): 812-816, 2018.

10. 付録

付録 1. リハビリテーションプログラム

手術後 1 日目	<ul style="list-style-type: none">・痛み、炎症、腫れを軽減するためのコールドパックまたはアイスパック・ベッド上での自主練習の開始：足関節底背屈運動，大腿四頭筋筋力強化練習・移乗の開始・脱臼予防肢位の指導
手術後 2 日目	<ul style="list-style-type: none">・上記を継続し，痛みと腫れの軽減と，機能的活動による自立の促進・歩行器での歩行練習の開始・関節可動域練習の開始・筋力強化練習の開始（例：大腿四頭筋筋力強化練習，大殿筋筋力強化練習）・最小介助での移乗・脱臼予防肢位の指導
手術後 3-7 日目	<ul style="list-style-type: none">・上記を継続し，歩行補助具を使用した適切な歩行様式での歩行の獲得・移乗の自立・T 杖での歩行練習・ADL 練習（例：更衣動作練習，階段昇降，爪切り練習，入浴動作練習）・自宅での自主練習の指導（例：大腿四頭筋筋力強化練習，ハムストリングス筋力強化練習，大殿筋筋力強化練習，中殿筋筋力強化練習，下腿三頭筋筋力強化練習，スクワット）・脱臼予防肢位の指導
手術後 7 日目以降	<ul style="list-style-type: none">・上記を継続・T 杖にて 50m 歩行自立・必要な場合は階段昇降の自立・脱臼予防肢位の指導

ADL ; activities of daily living (日常生活動作).